

LES HORLOGES MARINES

I. — Huyghens, Sully et Harrison

Les tentatives pour obtenir la longitude par la boussole ou par les satellites de Jupiter ne devaient pas aboutir. Il restait heureusement les montres et le mouvement de la Lune, et le succès devait être assuré à la fois par ces deux méthodes. Dans la seconde moitié du xvii^e siècle, la méthode par les horloges à roues reçut un commencement d'application. On sait les immenses contributions de Huyghens au perfectionnement des machines à mesurer le temps. Il réalisa l'emploi du pendule (1656) et du ressort spiral comme régulateurs des horloges et des montres. Il découvrit, parmi les curieuses propriétés de la cycloïde, celles du pendule cycloïdal et songea à faire sur mer l'application de ses découvertes. En 1664, il confia deux horloges, dont il eut l'idée en 1660, à un capitaine écossais de ses amis, le major Holmes, qui guerroyait alors sur la côte d'Afrique. Le moteur de ces instruments était un ressort spiral, le régulateur un pendule; et elles étaient suspendues par une boule d'acier enfermée dans un cylindre de cuivre. On voit dans l'*Histoire de la Société Royale* de Birch qu'Holmes en fit divers essais. Dans un premier il s'éloigna de 50 à 60 lieues de la côte, puis il revint à son point de départ et trouva que les montres marchaient, par rapport au Soleil, comme avant l'appareillage. Il était dans le golfe de Guinée. A son départ de l'île San Thomé, située sous l'équateur, il fit de nouvelles épreuves. Holmes marcha d'abord à l'ouest pendant 7 à 800 lieues. Puis il vint au N.-N.-E. et parcourut à ce cap 2 ou 300 lieues. Il avait plusieurs bâtiments sous ses ordres. Les estimates des autres navires différaient entre elles de 80 à 100 lieues, soit de 4 à 5° et quelques-uns se rendaient si peu compte de leur position qu'ils proposaient de se rendre à l'île de la Barbade pour y faire de l'eau. Mais,

par ses pendules, Holmes se trouvait seulement à 30 lieues de l'île de Feu, une des îles du Cap Vert et il paraît qu'il la découvrit en effet le lendemain. Or, en portant sur la carte 800 lieues à l'ouest de San Thomé, puis 300 lieues au N.-N.-E., on se trouve à 3° de la terre signalée, soit à 60 lieues environ. Si on admet que les bâtiments faisaient 30 lieues par jour, il en résulterait une erreur de 1⁵ au moins dans le point par les horloges. Holmes fit remarquer en outre que, grâce aux montres, il s'était aperçu que les bâtiments avaient été entraînés par les courants de 80 lieues à l'est environ, ce dont les pilotes ne s'étaient pas douté et ce qui montrait que les horloges étaient capables de faire connaître les courants aussi bien que les longitudes, « chose qui n'avait jamais encore été faite et que l'on pensait impossible à faire ». Si les résultats ci-dessus étaient exacts, ils constitueraient déjà un succès appréciable, car les erreurs de l'estime étaient trois ou quatre fois plus fortes que celles des montres. Mais ils furent contestés. Pepys fit savoir qu'il tenait du maître d'un bâtiment d'Holmes que les horloges avaient différé l'une de l'autre de plusieurs minutes, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et Hooke fit des objections tirées des effets des mouvements du navire.

Ferdinand Berthoud et Delambre parlent d'une autre expérience de Huyghens qui eut lieu en 1669 et dont Berthoud déclare qu'elle fut entièrement satisfaisante. Cette année-là, les Turcs assiégeaient Candie, d'une manière presque continue depuis vingt-quatre ans. Tout le monde chrétien s'intéressait au sort de la ville, alors en possession des Vénitiens. Louis XIV projeta de la délivrer et il chargea le duc de Beaufort, le « roi des Halles », d'y transporter 6.000 hommes de troupes placées sous le commandement du duc de Navailles. Beaufort partit le 5 juin 1669 avec une flotte dont le noyau était composé de 15 bâtiments de guerre et de 10 brûlots. Lui-même était embarqué sur le vaisseau *Le Monarque*, de 94 canons et 600 hommes. Il emmenait un astronome qui devait être chargé des observations à faire pour éprouver deux horloges d'Huyghens. Le moteur, cette fois, était un poids et le régulateur un pendule cycloïdal de 9 pouces (24 centimètres) de long. Les horloges étaient enfermées dans une boîte lestée en bas par une

masse de plus de 100 livres; elles contenaient un *remontoir* destiné à égaliser la force motrice. C'était un petit poids qui, retenu à une chaîne, était remonté par le gros toutes les demiminutes et qui constituait le moteur direct de l'horloge. Enfin, les pendules étaient suspendus à une traverse soutenue par deux supports; ce qui donna lieu à la curieuse observation suivante, qu'Ellicott expliqua en 1739, par les réactions du support. Si on lançait les pendules d'une manière quelconque, au bout de quelque temps, ils finissaient toujours par osciller automatiquement d'une manière absolument symétrique.

Pour avoir l'heure locale, on réglait les montres au moment des levers et couchers du Soleil, ce qui, dit Huyghens, est la méthode la meilleure, puisqu'elle n'exige aucun instrument. Il paraît qu'on trouva 20°5 de différence de longitude entre Toulon et Candie qui sont distants de 19°13'. La traversée avait duré du 5 au 22, soit 17 jours. C'était une précision inespérée. Peut-être en fut-il réellement ainsi; mais il eût été nécessaire de ne pas se borner à une seule observation pour pouvoir apprécier la valeur des instruments. A l'usage, ils se seraient certainement montrés plus défectueux. D'ailleurs, à cette époque, il n'existait pour ainsi dire pas de carte de la Méditerranée, puisque Colbert, en 1678, s'étonnait que cette mer fût, de toutes, la plus imparfaitement tracée et que la carte qui en fut gravée à Marseille en 1689 était encore une carte *plate*, c'est-à-dire une carte à parallèles équidistants; de sorte que la valeur du résultat en question ci-dessus ne put vraisemblablement pas être appréciée avec quelque exactitude.

Huyghens toutefois ne s'en tint pas là. Il imagina, pour éviter les dérangements dus aux tempêtes, de construire le pendule en forme de triangle à base horizontale; le poids : une lentille de plomb, étant placé au sommet inférieur et les deux côtés y aboutissant oscillant entre deux lames cycloïdales; mais on ne sait si ce système fut éprouvé sur mer.

De plus, en 1669, il donna des instructions pour l'usage des pendules à la mer. Il recommanda d'en avoir au moins deux; précisa les indications nécessaires pour permettre de les régler sur le temps moyen, alors que les marins avaient l'habitude du temps vrai seulement, ce qui explique les longs développements.

qu'on trouvera par la suite sur l'équation du temps, dans les traités relatifs à l'usage des montres; pour calculer leur correction par la méthode des hauteurs correspondantes, méthode que Picard venait de découvrir; déterminer leurs marches : méthodes et instructions qui deviendront classiques plus tard et qui, bien que simples et faciles à imaginer, prouvent au moins que le célèbre physicien se faisait une idée très nette des détails pratiques de l'utilisation des montres à la mer.

Enfin, dès qu'il eut pensé, en 1675, à appliquer le spiral au régulateur des horloges, il fut convaincu que cette application devait être employée pour la recherche des longitudes. Aussi F. Berthoud a-t-il pu dire qu'il était le premier à avoir jeté les fondements de la découverte des horloges et des montres à longitudes.

D'autres tentatives eurent lieu. En 1685, dans le Zuyderzee, en présence de Huyghens; en 1687, dans une expédition au Cap où les machines ne donnèrent pas « la justesse qu'il avait espéré ». Également dans un voyage à Madagascar.

En ce xvii^e siècle, nous allons encore raconter l'essai d'une montre qui eut lieu en 1685, à l'occasion d'un voyage sur lequel nous aurons à revenir. Louis XIV, à ce moment, envoya une ambassade au roi de Siam. Celui-ci l'avait sollicitée, désirant, d'après quelques historiens, s'assurer l'alliance du grand roi dans la crainte des Hollandais qui étendaient activement leurs possessions dans l'Insulinde; et les Jésuites, qui avaient des missionnaires en Indochine, ayant fait miroiter aux yeux du roi la conversion du Siam, cela, dit Forbin, contribua à le décider. Le vaisseau *L'Oiseau* et la frégate *La Maligne* quittèrent la France le 3 mars 1685 avec les membres de l'ambassade. Six Jésuites, savants mathématiciens, étaient du voyage. Ils étaient destinés à la Chine (Cochinchine) où ils devaient faire des observations. Chemin faisant, dans l'Atlantique, ils observèrent avec leurs lunettes les nuées de Magellan, « nuage blanc qui est placé auprès du pôle antarctique, et découvrirent qu'il n'était autre chose qu'une multitude d'étoiles ». L'expédition arriva au Cap après trois mois de navigation; elle reprit la mer huit jours plus tard et atterrit enfin en vue de Bantam, le 15 août, après deux mois de route.

Au départ du Cap, les Jésuites avaient réglé à l'heure de la ville une pendule à spirale et ressort, faite par Thuret, horloger de l'observatoire, sur les principes de Huyghens, dont il était l'ami. Tous les jours ils la comparaient aux heures des lever et coucher du Soleil; et, faisant les corrections nécessaires, ils en concluaient leurs longitudes. Le résultat fut lamentable puisque l'erreur à l'atterrissage se trouva égale à 25°. Aussi écrivirent-ils à l'Académie que « l'essai ne prouvait pas qu'on puisse trouver la longitude par les seules pendules ». L'erreur impliquait une variation de la montre de 1^m,7 par jour en moyenne; mais nous ne savons pas en quoi consistaient les corrections nécessaires dont ils parlent; en particulier ils ne nous disent pas s'ils tenaient compte de la marche et s'ils l'avaient déterminée, de sorte que nous ne pouvons connaître la valeur de l'expérience. Au total le grand physicien hollandais avait obstinément travaillé pendant quarante ans au problème des longitudes en mer et c'est au « grand mathématicien, inventeur de l'horloge de la pendule! » que Louis XIV, en 1663, attribua 4.200 livres de pension, qui furent portées à 4.500 en 1665 et à 6.000 quand il vint s'établir en France.

De toute nécessité il faut une montre parfaite pour la longitude puisqu'une anomalie de 1^s par jour donne, à l'équateur, une erreur de 464 mètres sur la position du bâtiment.

Nous arrivons ainsi au XVIII^e siècle. Radouay y fut un précurseur. Ce n'est pas qu'il ait fait grand'chose, mais il fit tout ce qu'on pouvait faire à son époque, et il eut la foi. Quant aux montres, il écrivait en 1727 : « il y a longtems que je pense qu'on peut, par le moyen des montres, éviter les trop grandes erreurs en longitude dans les voyages au long-cours ». Il se servit de ce moyen dans sa campagne de 1722 au Banc de Terre-Neuve. Le hasard le servit bien à ce point de vue, puisqu'il trouva à son bord trois montres qui étaient assez bonnes. Elles appartenaient à des officiers et il fut surtout content de celle d'un « monsieur de Montlouet ». Elle lui permit de corriger son estime de 3° un jour, de 5° dix jours après et elle le fit atterrir à Brest avec une grande exactitude en lui indiquant qu'il en était à 17 lieues, alors que la vraie distance se trouvait effectivement très voisine de cette valeur.

Là encore le prix Rouillé suscita des recherches. Le premier de tous, décerné en 1720, avait pour sujet « la manière la plus parfaite de conserver sur mer l'égalité du mouvement d'une pendule ». Une réponse, due à un horloger hollandais du nom de Massy, fut jugée satisfaisante. Il ne présentait pas de montre, mais seulement des principes pour leur construction. Il proposait par exemple d'égaliser la force motrice par l'emploi de plusieurs grands ressorts agissant ensemble sur le rouage, marchant chacun huit jours et disposés de manière à n'en remonter qu'un seul chaque jour, système ingénieux, mais encombrant, qu'il avait en partie réalisé en construisant un modèle à quatre ressorts avec fusée à chacun. Comme régulateur, il employait le spiral d'Huyghens. Et, s'il n'avait aucun système de compensation contre les variations de la température, il proposait de rendre cette compensation inutile en installant la boîte de la montre à l'intérieur d'une armoire dans laquelle on maintiendrait une température constante par le moyen d'une lampe. Enfin, pour maintenir la montre à peu près verticale, il la suspendait à un genou par l'intermédiaire d'un ressort et la lestait en bas d'un poids lourd. Le travail de Massy ne fit sans doute pas avancer la question, car, en 1725, l'Académie proposa la recherche des moyens de conserver sur mer l'égalité du mouvement des clepsydes ou des sabliers. Daniel Bernouilli, que tous les prix paraissent avoir tenté, imagina de mettre la clepsydre sur une plaque de fer flottant sur du mercure contenu dans un vase sphérique. Quant aux sabliers, il pensa, pour combattre les effets de l'inclinaison, à faire écouler le sable par des trous répartis uniformément à la surface d'une sphère, comme l'indique la figure ci-contre (fig. 29). Alors, quand le navire s'inclinera, l'écoulement du sable ne se fera pas toujours par les mêmes trous, disait-il, mais il se fera toujours par le même nombre de trous. Enfin il forma le projet d'une clepsydre sphérique à mercure. L'appareil était partagé en demi-sphères par une cloison construite suivant le plan d'un grand cercle, le trou d'écoulement étant au centre. La pression en ce point ne dépendait pas, croyait-il, de l'inclinaison du navire. Mais ce principe, vrai pour une inclinaison statique, cesse d'être vérifié à bord où non seulement la direction, mais encore la valeur de la pesanteur

changent constamment, ce qui condamne tous ces systèmes. L'idée de la clepsydre à mercure n'était d'ailleurs pas neuve. Tycho essaya de mesurer le temps par l'écoulement du mercure « purifié et revivifié » qu'il laissait échapper par un petit orifice, en conservant toujours la même hauteur. Mais le « rusé Mercure qui est en possession de se moquer également des astronomes et des chimistes, se rit de ses efforts, et Saturne, non moins trompeur, quoique d'ailleurs ami du travail, ne seconda pas mieux celui qu'il s'était imposé ».

Le même Daniel Bernouilli, dans sa pièce non récompensée de 1745, donnait quelques principes pour la construction d'une montre. Les règles pour obtenir l'isochronisme du spiral n'étaient pas découvertes à cette époque. Le seul moyen auquel il songeait alors pour avoir des oscillations isochrones, était de les faire de très petite étendue, sans doute pour ne créer que des déformations du spiral rigoureusement élastiques. Il pensait réduire en même temps, par là, l'effet des variations de l'effort moteur et conseillait de faire un balancier à très grand moment d'inertie et d'y ajouter des ailettes pour augmenter la résistance de l'air et réduire l'amplitude de ses oscillations.



Fig. 29.

La même année, fut proposé, par un autre concurrent, un sablier de 30 heures, marquant les heures et les minutes une à une et ne s'arrêtant pas « dans le temps même qu'on le retournait ». L'auteur affirme qu'il a débarrassé le sable de son instrument des petites impuretés susceptibles d'altérer l'écoulement en se mettant en travers du trou. L'usage du sablier pour conserver le temps était ancien. Au xv^e siècle déjà on se servait des ampoulettes pour « mespartir » le quart. Au xvii^e les plus employés, dits horloges, étaient d'une demi-heure et les vaisseaux en emportaient 24, d'escalles d'œufs (P. Fournier). Il y en avait aussi de une heure ou davantage; tel celui de 4 heures dit de combat, ou celui de 24 heures pour lequel on recommandait le sable de Venise : « poudre d'étain et de plomb calciné ».

Nous avons hâte, après ces médiocres projets, d'arriver aux travaux de Sully et de Harrison. Comme Harrison, Sully était anglais, mais il était venu s'établir en France, vers 1714, à l'âge

de 34 ans. En 1718, il fut nommé directeur d'une manufacture d'horlogerie que le gouvernement français avait établie à Versailles. Il y fit venir soixante ouvriers de Londres ; mais l'entreprise ne réussit pas à durer plus de deux ans. Son horloge marine était construite sur des principes entièrement originaux. Le régulateur, dont l'idée, d'après Bernouilli, était nouvelle et ingénieuse, était composé de la manière suivante (fig. 30) : B est l'axe du balancier, circulaire et vertical. AFF est une fourche solidaire de cet axe et PP_1 un levier horizontal articulé en C et portant, en P, un poids, en P_1 un contre-poids plus léger. La fourche et le levier sont liés par un fil qui s'appuie constamment sur une des branches de la fourche et sur un arc MN faisant partie du levier. Par ce dispositif, Sully pensait d'abord compenser l'horloge pour les variations de la température ; ensuite rendre sa machine insensible aux variations de la pesanteur quand on se déplace en latitude à la surface de la Terre. Mais ni la théorie, ni la

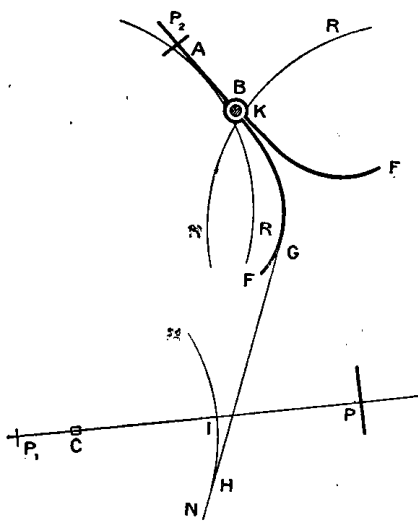


Fig. 30.

pratique n'ont confirmé ces points de vue. Les changements de la pesanteur apparente à bord devaient produire de grandes inégalités dans l'action du levier. Quant à l'isochronisme, il pouvait être obtenu en donnant aux branches de la fourche une courbure convenable.

Sully fut plus heureux en trouvant le moyen de diminuer les frottements par une innovation qui devait faire fortune et être largement utilisée par ses successeurs. C'était une découverte importante, puisque, à l'époque de Sully, une montre ordinaire des mieux faites pouvait varier, au bout d'un certain temps, d'une demi-heure en vingt-quatre heures, par suite de l'augmentation des frottements. Pour cela il appuyait l'extrémité de l'axe du balancier sur deux roues RR, de grand diamètre,

substituant ainsi un roulement à un glissement. Ce n'est pas que cette invention ne lui fût contestée. Il avait reçu les conseils de Newton et de Leibnitz et il avait été en correspondance avec J. Bernouilli et Graham, de la Société Royale, célèbre par ses horloges et ses instruments de précision. Bernouilli lui dit qu'il avait déjà vu ses « rouleaux » ; mais, vérification faite, c'était dans une machine destinée à soulever des poids et il aurait pu lui dire aussi bien qu'on employait des roues aux carrosses. Quant à Graham, il lui écrivit qu'il avait vu le même système dans une vieille horloge à pendule. Mais Sully revendiqua à juste titre l'idée de l'application au balancier circulaire, idée qui lui était venue, dit-il, en voyant une grande roue, qui servait à tourner une meule, suspendue à peu près de la même manière.

Il construisit encore une montre à rouleaux et à régulateur spiral à laquelle il avait joint un second spiral, à la roue des palettes qui engrène avec le balancier.

Le 9 janvier 1724 il remit une pendule à Cassini, qui la plaça dans une des tours de l'Observatoire, à côté d'une pendule à secondes. Elle varia de 21 secondes en huit jours. Cette pendule fut aussi essayée en berline. Mais l'artiste voulait faire l'épreuve de ses inventions sur l'eau. A cet effet, deux ans plus tard, en 1726, il se rendit à Bordeaux, port qu'il avait choisi parce qu'il savait qu'il y trouverait « une Académie des Sciences composée de personnes illustres par leur rang, leur qualité et leur zèle pour la perfection des arts ». L'abbé Bignon, conseiller d'État et président de l'Académie Royale des Sciences de Paris, écrivit à Sarrau, secrétaire de l'Académie de Bordeaux, pour lui annoncer l'arrivée de Sully, qui désirait faire sur des vaisseaux l'épreuve d'une montre et d'une pendule. Les vaisseaux se réduisirent en fait à une barque de 4 tonneaux et à un petit bateau de 12 tonnes. Un premier essai, auquel assista Montesquieu, alors président de l'Académie de Bordeaux, eut lieu le 15 décembre 1726, en rivière. Un second fut effectué le 17. On alla un peu plus loin que la première fois ; mais le temps devint subitement très mauvais et l'essai ne dura que 7 h. 1/2. La pendule avait varié 0^s,5 par heure. A ce taux, sa variation eût été de 1 minute en cinq jours, soit de plus de 8 minutes en six semaines. L'erreur sur la longitude eût été de 2° dans le même temps. Mais on ne

peut évidemment rien conclure d'une expérience aussi courte. Les choses en restèrent là, semble-t-il, et Sully mourut deux ans plus tard, sans avoir rien fait de nouveau. Mais il avait formé un élève : Julien Le Roy, qui devint célèbre et qui fut sans doute pour beaucoup dans la renommée de son devancier.

En même temps que Sully travaillait en France, Harrison, fils d'un charpentier de Foulby, dans le Yorkshire, commençait ses études en Angleterre. Cette fois elles devaient aboutir à la solution cherchée. Il fit d'abord des horloges à pendule, dans lesquelles il employait pour les pivots des bois durs non graissés. Dès 1726, il en avait exécuté deux qui étaient si parfaites que leur mouvement respectif ne variait pas de une seconde en un mois ; ce qu'il faut peut-être expliquer comme l'observation rapportée page 134. Halley, Bradley, Graham estimaient, quelques années après, qu'il méritait les plus grands encouragements. En 1736, il essayait sur mer sa première horloge à longitude. Elle avait deux balanciers liés (c'était une idée de Leibnitz), oscillant dans le même plan, en sens inverse, et le mouvement de chacun d'eux était commandé par deux spiraux *cylindriques* ; toutes ces dispositions étant prises pour éviter les anomalies dues aux mouvements du navire. L'épreuve eut lieu dans un voyage aller et retour à Lisbonne. Elle réussit. Le capitaine du bateau, Roger Wills, attesta qu'au retour la montre lui permit de corriger une erreur de 1°5 dans l'estime, à l'entrée de la Manche. Sur la réputation que Harrison continua d'acquérir dans le monde savant, les Commissaires de la Longitude lui firent délivrer, en 1737, une somme d'argent destinée à lui venir en aide. Deux ans plus tard, effectivement, il construisit une deuxième machine qu'il éprouva par la chaleur et le froid et qu'il soumit à de grandes agitations. Et il acheva un troisième ouvrage en 1741. Son activité sembla alors se ralentir, mais c'était en apparence seulement. Toujours est-il que le 30 novembre 1749, Folkes, président de la Société Royale, annonça, dans un discours retentissant, que le prix fondé par Godfrey Copley, pour récompenser chaque année celui qui avait fait la découverte la plus curieuse, était décerné à Harrison. Folkes, en lui remettant la médaille d'or qui constituait le prix, faisait un récit détaillé des longs travaux du lauréat. Il confirmait, en

particulier, l'emploi dans la montre du voyage de Lisbonne, de spiraux en forme de ressorts à boudins, placés aux deux extrémités des axes des balanciers. Ceux-ci, par contre, n'étaient pas encore des balanciers circulaires, mais de simples bras lestés aux extrémités. Les balanciers circulaires ne furent employés par Harrison que dans sa troisième montre.

D'après Berthoud, ce n'est pourtant qu'en 1758, neuf ans plus tard, que la quatrième montre fut commencée. Elle était terminée le 3 octobre 1761. Harrison cherchait depuis une quarantaine d'années à la rendre parfaite. Pensant y être parvenu, il écrivit aux Commissaires de la longitude qu'il désirait des essais officiels et demandait que son fils William fit un voyage destiné aux épreuves nécessaires. Le 14 octobre, on adressa des instructions à ce sujet. William Harrison reçut l'ordre de se rendre à Portsmouth, pour embarquer sur le *Deptford*, commandé par le capitaine Digges, qui devait, nous le savons, transporter le gouverneur Littleton à la Jamaïque. A Portsmouth, on détermina la marche par des observations de hauteurs correspondantes. Le délégué de l'Académie Royale la fixa à 2^e,66 et il envoya un compte rendu de ses observations aux lords de l'Amirauté. Le 7 novembre enfin, on mit le « garde-temps » de 3 secondes en retard sur le temps moyen de Greenwich et on l'embarqua. A bord, on l'enferma sous quatre serrures, dont les clefs furent remises l'une entre les mains de William Harrison et une autre entre celles du gouverneur. Une troisième fut confiée au capitaine et la quatrième au premier lieutenant. Le départ eut lieu le 18 novembre 1761. L'astronome Robison était du voyage. Il devait déterminer l'heure à la Jamaïque. On voulut relâcher d'abord à Madère. Le 6 décembre, la montre indiquait une longitude ouest de Portsmouth de 15°19'; celle des pilotes n'était que de 13°50', soit de 1°5 à l'est de celle de Harrison. Tous à bord, sauf ce dernier, en conclurent hâtivement que l'épreuve est suffisante et que l'instrument n'est pas bon, car on admettait que dans ces parages le bâtiment était toujours entraîné par les courants à l'est et non à l'ouest de son estime. Le 8, la même différence subsiste. Cette fois, les pilotes proposent purement et simplement, si on ne veut pas manquer Madère, de mettre le cap plus à l'ouest, car ils s'en croient tou-

jours à l'est. L'affaire était importante; le bâtiment n'avait plus de bière et il n'y avait pas de temps à perdre. Le capitaine parie cinq contre un en se rangeant à l'avis des pilotes; toutefois, sur les instances de William, qui affirme que si l'île Porto Santo, voisine de Madère, est bien portée sur la carte, on doit la voir le lendemain en continuant la route suivie jusque-là, Digges consent à attendre à ce jour suivant avant d'ordonner le changement de route. Bien lui en prit; le 9, en effet, à 7 heures du matin, on atterrissait exactement. « On découvrit cette île, dit Pézenas, sur quoi le capitaine et tout l'équipage firent de grands remerciements à M. Harrison; vu que sans le secours de sa montre, ils seraient allés à l'ouest de Madère dans le temps qu'ils s'en croyaient à l'est et qu'ils auraient manqué cette île, où ils comptaient trouver de la bière. » De sorte qu'on peut croire que, sans ce besoin de rafraîchissement, les félicitations eussent été moins chaudes. Ils arrivèrent à Port-Royal de la Jamaïque, le 19 janvier 1762, 62 jours après leur départ de Portsmouth. La longitude de ce point avait été déterminée le 18 juin 1722 et le 21 octobre 1743, par des éclipses de Lune et le 25 octobre 1743 par un passage de Mercure sur le Soleil. Elle avait été fixée à 5 heures 16 minutes 23 secondes (la *Connaissance des Temps* donne aujourd'hui 44^s) et la longitude de la montre différa de 5^s,1 seulement de la longitude astronomique. Comme cette différence s'était réalisée depuis la date du dernier état à Portsmouth, 12 jours avant le départ, jusqu'à celle de l'état mesuré à la Jamaïque, 7 jours après l'arrivée, on voit que la période de la variation en question était de 81 jours. C'était un vrai triomphe. Au lieu de cette précision presque absolue (car 26^s ne font que 6^s,5) l'estime de quelques-uns des 43 vaisseaux, dont 20 de 20 canons environ, qui suivaient le *Deptford* — on naviguait de conserve pour éviter les forbans et pour se secourir mutuellement en cas d'avarie ou d'accident — était en erreur de 5°.

Onze jours après l'arrivée à la Jamaïque, Harrison s'embarqua sur le *Merlin* pour effectuer son retour. Ils partirent le 30 janvier 1762. Ils essuyèrent de gros mauvais temps et la montre faillit être inondée. Elle n'était pas suspendue, Harrison ayant recommandé de la fixer solidement, et on dut la déplacer. Dans la

journée du 23 mars, on recontra l'*Essex*, qui avait rectifié sa position la veille au soir en vue de terre. On se trouva d'accord avec lui sur le point des navires. Enfin, le 26, après une traversée de 56 jours, le bâtiment entra à Portsmouth. On ne put faire d'observations que le 2 avril. Elles firent constater un retard de 1^m54^s,5 depuis le 6 novembre, en 147 jours. Cela faisait une erreur 27' en longitude pour la deuxième traversée.

Harrison devait donc se considérer comme ayant réalisé les conditions fixées par l'acte de 1714, et il pouvait espérer recevoir le prix de quarante ans de travaux. Il n'en fut rien et, comme il arrive si souvent, ses misères commencèrent à ce moment où il touchait au but. La méthode par les montres avait des adversaires et des envieux qui lui opposèrent de mauvaises objections. L'un fit remarquer qu'on avait changé de place le quart de cercle qui avait servi à prendre les hauteurs correspondantes à Portsmouth; un autre prétendit que la longitude de la Jamaïque était mal connue; un troisième, que la montre n'ayant pas été vérifiée pendant les voyages, il pouvait n'y avoir dans les résultats annoncés que des apparences, car ils pouvaient provenir de compensations d'erreurs. Si, à ce moment, on accorda une récompense à Harrison, ce fut, en tout cas, peu de chose : 2.500 livres au plus. Mais, comme il était sûr du succès, il fut beau joueur et il se prêta avec bonne grâce à une seconde épreuve, décidée par le Bureau, le 17 août 1762. Même, afin qu'on pût suivre la marche de la montre au jour le jour, il proposa lui-même de faire l'essai suivant une méthode proposée par Halley en 1740. Elle consistait à embarquer la montre à bord d'un navire qui aurait croisé au large de la baie des Dunes, à installer une bonne pendule de Graham dans un des forts de la côte, et à prendre tous les jours des comparaisons avec elle, par signaux. Il offrait aussi, pour compléter les épreuves de l'excellente qualité de son instrument, de faire varier artificiellement la température. Entre temps, d'ailleurs en 1763, le Parlement lui attribuait 5.000 livres, à valoir sur les 20.000. Le second voyage fut effectué en 1764. Auparavant et pendant huit jours, la montre fut comparée chez l'astronome Short à une pendule astronomique de Graham. Elle avança de 9^s,6. Harrison fit connaître qu'elle était réglée à la température de 72° Fahrenheit (22°2); mais qu'elle avançait de

3^s par jour à 42° (5°5) et retardait de 1^s à 82° (27°7). On l'embarqua à Spithead sur le *Tartare*, le 28 mars 1764, jour du départ de ce bâtiment pour la Barbade. La traversée dura 43 jours, puisqu'on y arriva le 13 mai. William Harrison en repartit le 4 juin sur la *Nouvelle-Elisabeth* et il fut de retour à Londres le 18 juillet, 44 jours après. La montre retardait seulement de 12^s en tenant compte de la table des températures ; de 54^s si on négligeait les corrections qu'elle donnait ; et il y avait 156 jours que la dernière comparaison avait été prise. Elle avait par conséquent donné la longitude pendant ce long intervalle, à 3'45" près. A la vérité, les commissaires, après avoir examiné en détail les procès-verbaux de l'épreuve, n'admirent pas une exactitude aussi remarquable. Toutefois, le 9 février 1765, le Bureau déclara, à l'unanimité, que Harrison avait réussi pleinement et largement à réaliser les conditions de l'acte de la reine Anne, puisque la montre avait donné la longitude bien en deçà des limites prescrites. Cependant la récompense fut portée à 10.000 livres seulement, parce qu'il ne parut pas au Bureau que la totalité des 20.000 livres pût être délivrée tant que Harrison n'aurait pas fait connaître le mécanisme de sa machine. Les commissaires considéraient en effet, et la chose est assez raisonnable, que l'esprit de l'acte de 1714 exigeait un moyen général, capable d'être utilisé par tous les navires. Et pour savoir si l'instrument de Harrison répondait bien à cette interprétation, il était nécessaire de s'assurer que sa montre pouvait être reproduite parfaitement par un artiste ordinaire.

Les explications exigées furent données en présence des commissaires et de mathématiciens et d'horlogers nommés à cet effet. Il en résulta une brochure que Pézenas fit connaître en France. Malheureusement Harrison, habile artiste, n'avait aucun talent d'exposition. Ses descriptions et ses dessins n'apprennent rien. Ceux-ci surtout, que nous avons essayé de déchiffrer, sont illisibles. Berthoud lui-même a déclaré que si on a eu l'intention de faire connaître l'instrument en apparence seulement, mais avec le désir secret d'en empêcher la reproduction, on n'aurait pu faire mieux autrement. Cette montre n'avait pas de rouleaux et son échappement n'était que l'ancien échappement à roue de rencontre, car c'était seulement une montre ordinaire dont la

justesse était due à la perfection de la main-d'œuvre. Lalande, qui écrivait dans la *Connaissance des Temps* de 1765, « il est juste que Harrison jouisse en France de la gloire dont on le juge digne dans sa patrie », nous apprend qu'elle avait 4 à 5 pouces (11 à 13^{cm},5) de diamètre, comme les montres de carrosse. Le moteur était un ressort, le balancier, trois fois plus lourd que celui des montres communes, et d'un diamètre triple, avait 2,2 pouces (6 cm.) de diamètre. Il parcourait 24 pouces (65 cm.) en 1^s. Son mouvement était donc très rapide. Comme régulateur, Harrison avait adopté un spiral plat et la compensation pour la température était obtenue par un thermomètre métallique bi-lame, de cuivre et d'acier, qui, en se courbant, raccourcissait ou allongeait le spiral. Les grands arcs étaient plus rapides que les petits.

Après le second voyage, elle fut remise, le 26 avril 1766, à Maskelyne, directeur de l'observatoire de Greenwich. Il l'étudia comme quelqu'un qui voulait la condamner, quoique cette opinion ne s'accorde pas avec ce qu'on connaît par ailleurs de son caractère sympathique et généreux. Il la suivit jour par jour du 6 mai 1766 au 4 mars 1767. Il annonça alors que la montre variait beaucoup et qu'il ne lui paraissait pas qu'il y eut une liaison régulière entre ses variations et celles du thermomètre. Voici ses conclusions. Les probabilités pour ou contre une erreur sur la longitude de 30' en six semaines sont égales. La probabilité d'une erreur plus petite que 40' dans le même temps est égale à 34. Autrement dit, elle assurera la longitude à 1° près en six semaines; mais à 0°5 près en quinze jours seulement; encore faut-il admettre que le froid n'arrive jamais au terme de la glace. C'était sévère, bien qu'il ajoutât que néanmoins l'invention était bonne et qu'elle serait très avantageuse à la navigation, en la joignant aux distances lunaires, méthode à laquelle, précisément à cette même date, Maskelyne venait de faire faire un progrès très important.

Mais il était heureusement réservé à Harrison de voir son triomphe pleinement constaté. Le Bureau des Longitudes ordonna en effet, à l'horloger Kendall, de construire une montre identique, et elle fut confiée, en 1772, à Cook qui partait, sur la *Résolution*, pour son second voyage. Elle lui rendit d'immenses

services, si bien qu'à son retour, toutefois après beaucoup de débats et d'oppositions encore, on versa enfin la totalité des 20.000 livres entre les mains du célèbre et tenace artiste. Il mourut l'année suivante, en 1776. Quelques-uns continuaient d'ailleurs à mal juger son ouvrage. En effet, Le Roy dit qu'en 1774 on lui écrivit de Londres que la montre de Harrison était si peu regardée en Angleterre comme capable de remplir les espérances qu'on en attendait, qu'on s'y préparait à voir le Parlement proposer un nouveau prix pour les longitudes. Et il y avait une part de vérité dans cette opinion. Harrison, il est bien vrai, avait accompli un tour de force ; mais sa construction trop compliquée ne pouvait pas et ne devait pas servir de modèle pour les montres futures. Elle était destinée à rester en dehors, en quelque sorte, du cours normal des efforts de l'horlogerie vers le mieux ; type achevé d'une forme dont il n'exista jamais que deux exemplaires, ce n'était qu'une montre exceptionnellement réussie, par l'habileté de son auteur, mais qui ne pouvait être susceptible de développement, ni même d'imitation courante.